

Strojírenství pro udržitelný rozvoj

7.6.2024 - | Fakulta strojní ČVUT v Praze

Fakulta strojní ČVUT v Praze byla jednou ze zakládajících fakult Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB), které v letošním roce oslaví 10 let od svého otevření.

V dalším dílu seriálu článků k výročí 160 let počátku strojařského vzdělávání v ČR, připravili odborníci z Ústavu techniky prostředí Fakulty strojní ČVUT v Praze článek, který se věnuje snižování energetické náročnosti technického vybavení budov a významné spolupráci s Univerzitním centrem energeticky efektivních budov ČVUT v Praze (UCEEB).

Fakulta strojní ČVUT v Praze byla jednou ze zakládajících fakult Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB), které v letošním roce oslaví 10 let od svého otevření. Od vzniku tohoto výzkumného ústavu soustředěného na energetiku budov, je fakulta tematicky i personálně propojena s oddělením Energetických systémů budov, kde je společně řešena řada projektů vědy a výzkumu. Podívejme se na některé realizované nápady a projekty, které z této vzájemně prospěšné spolupráce vzešly.

S.A.W.E.R. - od „bláznivého“ nápadu k realizaci

Zařízení pro získávání vody ze vzduchu S.A.W.E.R. (Solar Air Water Earth Resource) bylo vyvinuto na ČVUT v Praze a bylo představeno v roce 2021 na světové výstavě EXPO v Dubaji. Vznik zařízení je ukázkou úzké spolupráce Ústavu techniky prostředí na Fakultě strojní a Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze.

Na začátku všeho byl „bláznivý nápad“ generálního komisaře českého pavilonu Jiřího Františka Potužníka, který přišel s myšlenkou vyrábět vodu ze vzduchu. Po sérii jednání se daly věci velmi rychle do pohybu a začala intenzivní práce na vývoji. Od počátku bylo jasné, že získávat vodu prostou kondenzací vodní páry ze vzduchu v přímořských oblastech není problém. Cílem však bylo vyvinout zařízení, které umožňuje získat autonomně, tedy bez potřeby externí energie, v ročním průměru 100 litrů vody za den v extrémních klimatických podmínkách pouště, kde běžná zařízení na principu kondenzace principiálně selhávají. Vývoj zařízení S.A.W.E.R. začal matematickým modelováním procesů úpravy vzduchu s využitím psychrometrických výpočtů. Výpočet byl realizován v hodinových intervalech s použitím příslušných dostupných klimatických dat.

Jádrem zařízení S.A.W.E.R. je jednotka vybavená sorpčním výměníkem, který na svůj povrch váže vodní páru adsorpcí. Ten venkovnímu vzduchu odebírá vodní páru. Odvlhčený vzduch se odvede zpátky do venkovního prostředí. Zároveň se do systému nasaje další venkovní vzduch se svým přirozeným obsahem vodní páry, který se nejdříve ohřeje na tak vysokou teplotu, aby bylo možné z povrchu desikantu vodní páru uvolnit, a tím pouštní vzduch navlhčit. Při zvýšené teplotě je možné do vzduchu vázat zvýšené množství vodní páry. Na chladič pak přichází výrazně vlhčí vzduch, než je venkovní vzduch z pouště. Díky tomu lze chladičem získat daleko více vody kondenzací ze vzduchu. Prototyp zařízení byl testován v laboratorních podmínkách s cílem ověřit platnost výpočetního modelu a chování celého zařízení. Pro tento účel byla v halových laboratořích UCEEB v Buštěhradu postavena tepelně izolovaná klimatizovaná komora s možností nastavení požadovaných podmínek okolního vzduchu.

Autonomní provoz byl testován v pouštních podmínkách. Pro tento účel byly jednotlivé komponenty zařízení integrovány do dvou technologických kontejnerů určených pro námořní přepravu. Zařízení

bylo převezeno pro testování do pouště ve Sweihanu ve Spojených arabských emirátech, kde bylo na podzim roku 2019 testováno v autonomním provozu v reálných podmínkách. Experimentální testování prokázalo, že i v prostředí pouště lze produkovat vodu ze vzduchu zcela autonomně bez potřeby externí energie, pouze s využitím místně dostupné sluneční energie a energie prostředí.

Po úspěšném testování prototypu bylo přistoupeno k návrhu zařízení určeného pro světovou výstavu EXPO. Při navrhování jednotky S.A.W.E.R. pro český pavilon byly využity zkušenosti ze sweihanské pouště. Oproti zařízení testovanému v poušti byla verze pro pavilon větší a výkonnější. Produkovaná voda byla navíc obohacována o živiny ze speciálního fotobioreaktoru a sloužila pro zavlažování zahrady vybudované kolem pavilonu.

Zařízení S.A.W.E.R., představené v českém pavilonu, získalo cenu za nejlepší inovaci prezentovanou na světové výstavě EXPO 2020 v Dubaji. Cenu udělilo českému pavilonu Centrum pro vládní inovace Muhammada bin Rášida Ál Maktúma, vládce Dubaje a premiéra Spojených arabských emirátů. Vznik zařízení a přípravě českého pavilonu mapuje celovečerní dokumentární film „Budiž voda!“ od režiséra Karla Žaluda.

Spolupráce při vývoji větracích jednotek

Příkladem další úspěšné spolupráce, tentokrát s průmyslovým partnerem - společností Recuair - je **vývoj nového typu lokální větrací jednotky s otočným rekuperačním výměníkem**. Tato unikátní větrací jednotka je určena k instalaci přímo do fasády obytné místnosti. Byla vyvinuta dle rozměrové specifikace dané pracovními postupy tak, aby ji šlo rychle implementovat v rámci revitalizace budov. Při vývoji nové konstrukce větrací jednotky bylo využito počítačové simulace proudění CFD, měření hluku v akustické laboratoři a měření výkonu v laboratorních podmínkách. Výzkum se zabýval optimalizací proudění s ohledem na specifické geometrické požadavky s cílem zabránit negativním zvukovým projevům. Výsledkem je patentované řešení a ocenění v projektu Vizionáři 2020 za technologický a ekonomický přínos v oblasti zdraví, stavebnictví a ochrany životního prostředí.

Dalším projektem byla ventilátorová komora ALTON, která vznikla na základě spolupráce se společností Alteko, který se zabývá výrobou vzduchotechnických jednotek. Dvouletý výzkumný projekt byl zaměřen na optimalizaci ventilátorové komory pro sestavné klimatizační jednotky. Při vývoji nové řady jednotek bylo také využito počítačové simulace proudění CFD. Cílem projektu bylo inovované konstrukční řešení přinášející vyšší energetickou účinnost a nižší akustický výkon. Na základě provedené simulační analýzy proudění ve ventilátorové komoře bylo navrženo inovované konstrukční řešení zařízení tak, aby byl minimalizován vznik lokálních tlakových ztrát a možných zdrojů akustického hluku. Bylo zjednodušeno lože motoru, odstraněny překážky proudění uvnitř zařízení a stěny ventilátorové komory byly zdvojeny a vyplněny akustickou izolací. Vhodnost provedených konstrukčních změn byla optimalizována CFD simulací a následně ověřena experimentálním měřením v akustické laboratoři.

Od techniky prostředí k podpoře transformace energetiky budov

Spolupráce Fakulty strojní s UCEEB není omezena pouze na průmyslový vývoj a zdokonalování kvality vyráběných produktů v tomto odvětví. Naopak, využíváme sdílených mezioborových znalostí, které aktivně a systematicky přispívají k transformaci energetiky budov. Ukázkou naší společné práce jsou veřejně dostupné výsledky projektů TAČR Comfygrid a P2H4Cities. V prvním případě jsme se zaměřili na metodické začlenění zařízení techniky prostředí do konceptu chytrých sítí a studovali potenciál využití systémů HVAC pro flexibilitu budov. V druhém případě vyvíjíme nástroje pro koordinaci plánování transformace sítí centralizovaného zásobování teplem (CZT).

Tyto nové přístupy vyžadují základní porozumění a spolupráci různých zájmových skupin, od koncových zákazníků a měst na jedné straně po výrobce a distributory tepla a elektřiny na straně druhé. Aktuálně vyvíjené nástroje v rámci projektu P2H4Cities mají za cíl podpořit vyšší začlenění průmyslových tepelných čerpadel do CZT a jejich vhodnou kombinaci s komunitními obnovitelnými zdroji s ohledem na dekarbonizaci v tomto sektoru. Na obrázku níže je ukázka ze simulace provozu průmyslového tepelného čerpadla vzduch-voda v rámci typového CZT v kombinovaném provozu s místní fotovoltaickou elektrárnou.

Na ČVUT si uvědomujeme komplexnost současných výzev, které často přesahují jednotlivé expertízy. Náš mezioborový tým již dlouhodobě spolupracuje na obdobných národních i mezinárodních výzkumných projektech, které integrují technická zařízení budov do nových konceptů chytrých sítí a komunitní energetiky. Klíčovým analytickým nástrojem pro tento typ výzkumu jsou dynamické simulace budov a energetických systémů. Ty nám umožňují simulačně vyhodnotit různorodé aspekty, od vyhodnocení uhlíkové stopy přes vnitřní pohodu obyvatel až po ekonomiku provozu, a to v hodinovém nebo i kratším výpočtovém kroku. Celkově výsledky simulací přispívají k lepšímu pochopení dopadů nových trendů na provoz budov, techniky prostředí a dalších energetických systémů budov

Nové komunitní přístupy v energetice typicky vyžadují dlouhodobější plánování a koordinaci sdílených investic, které nelze řešit zúčastněnými aktéry odděleně. Společně s kolegy zabývajícími se participativním designem jsme schopni doplnit čistě techno-ekonomické a environmentální ukazatele o návrh vhodné organizace vlastnicko-právního prostředí umožňující úspěšné transformační scénáře. Díky společnému výzkumu je možné včasné identifikovat potenciál a rizika studovaných řešení a překonat tak jak ryze technické, tak i společenské bariéry. Zmiňované projekty z kategorie výzkumu ve veřejném zájmu umožňují výsledky přímo komunikovat státní správě a přispívají k tvorbě vhodného prostředí stimulující transformaci, a to i s ohledem na provoz systémů budov a vnitřní prostředí.

Spolupráce se vyplácí

Z vybraných příkladů je patrné, že úzká spolupráce mezi součástmi ČVUT nese své plody. Spolupráce lidských kapacit s různými kompetencemi a sdílení laboratorního vybavení umožňuje významnou synergii v řešení komplexních výzkumných úloh, které jsou v současnosti stále více žádány průmyslem i státní správou. Zkušenost ukazuje, že bez zapojení výzkumných pracovníků napříč různými obory a špičkových laboratoří se už dnes neobejdeme.

Kontakt:

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D., vedoucí Ústavu techniky prostředí Fakulty strojní, ČVUT v Praze

doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., vyučuje na Ústavu techniky prostředí, vedoucí oddělení Energetických systémů budov UCEEB ČVUT v Praze

Ing. Vojtěch Zavřel, Ph.D., odborný asistent na Ústavu techniky prostředí Fakulty strojní, ČVUT v Praze

Článek vyšel 3. června 2024 v magazínu MM Průmyslové spektrum a najdete ho ZDE.

<https://www.fs.cvut.cz/aktuality/2654-212/strojirenstvi-pro-udrzitelny-rozvoj>